

理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～12	4 問
化学	13～22	4 問
生物	23～41	4 問

注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で41ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から1科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙1枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

物 理

- 1 図1のように、質量が M , m の物体 A, 物体 B をなめらかに回転する軽い滑車を通して軽く伸びない糸を使ってつないだ。そして、物体 A を密度 ρ の液体に静かに沈めたところ、上面が液体表面の位置になったところで静止した。このとき、物体 A と物体 B の上面の高さの違いは h であった。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。ただし、液体の深さは十分深く、空気抵抗は無視できるものとし、鉛直下向きを正、重力加速度の大きさは g とする。

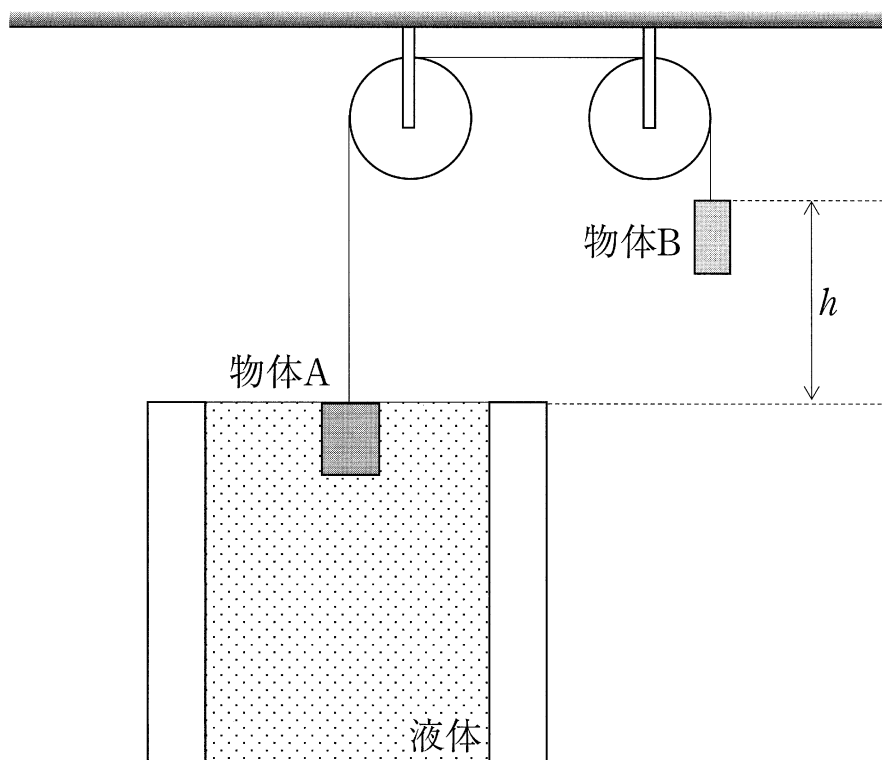


図 1

問 1. 物体 A にはたらく力のつり合いを表す式はどれか。ただし、物体 A につながっている糸の張力の大きさを T , 物体にはたらく浮力の大きさを F とする。

1

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ① $Mg - T - F = 0$ | ② $Mg + T - F = 0$ |
| ③ $Mg - T + F = 0$ | ④ $Mg + mg - T - F = 0$ |
| ⑤ $Mg + mg + T - F = 0$ | ⑥ $Mg + mg - T + F = 0$ |

問 2. 物体 A にはたらく浮力の大きさはいくらか。

2

- ① 0 ② Mg ③ mg
④ $(M + m)g$ ⑤ $(M - m)g$ ⑥ Mmg

問 3. 物体 A の体積はいくらか。

3

- ① $\frac{M}{\rho}$ ② $\frac{\rho}{M}$ ③ $\frac{M - m}{\rho}$
④ $\frac{\rho}{M - m}$ ⑤ $\frac{M + m}{\rho}$ ⑥ $\frac{\rho}{M + m}$

問 4. 物体 A の密度 ρ_A はいくらか。

4

- ① $\frac{M}{m} \rho$ ② $\frac{m}{M} \rho$ ③ $\frac{M}{M - m} \rho$
④ $\frac{M - m}{M} \rho$ ⑤ $\frac{M}{M + m} \rho$ ⑥ $\frac{M + m}{M} \rho$

問 5. 糸を静かに切り離れたところ、物体 A と物体 B は落下し始めた。物体 A の加速度の大きさを a_A とすると、物体 A の運動方程式はどれか。ただし、液体からの抵抗力はないものとする。

5

- ① $Ma_A = Mg$ ② $Ma_A = Mg - F$ ③ $Ma_A = Mg + F$
④ $Ma_A = -Mg$ ⑤ $Ma_A = -Mg - F$ ⑥ $Ma_A = -Mg + F$

問6. 物体Aの上面が液体表面から x の距離を落下したとき、物体Aの速さはいくらか。

6

- ① $\sqrt{2\frac{\rho}{\rho_A}gx}$ ② $\sqrt{2\frac{\rho_A}{\rho}gx}$ ③ $\sqrt{2\left(1-\frac{\rho}{\rho_A}\right)gx}$
 ④ $\sqrt{2\left(1-\frac{\rho_A}{\rho}\right)gx}$ ⑤ $\sqrt{2\left(1+\frac{\rho}{\rho_A}\right)gx}$ ⑥ $\sqrt{2\left(1+\frac{\rho_A}{\rho}\right)gx}$

問7. 問6のとき、物体Bの速さは物体Aの速さの何倍か。

7

 倍

- ① $\frac{\rho}{\rho_A}$ ② $\frac{\rho_A}{\rho}$ ③ $\frac{\rho}{\rho_A - \rho}$
 ④ $\frac{\rho_A}{\rho_A - \rho}$ ⑤ $\frac{\rho}{\rho_A + \rho}$ ⑥ $\frac{\rho_A}{\rho_A + \rho}$

問8. 問6のとき、物体Aと物体Bの上面の高さを等しくするには物体Aの密度をいくらにすればよいか。

8

- ① $\frac{x}{h}\rho$ ② $\frac{h}{x}\rho$ ③ $\left(1-\frac{x}{h}\right)\rho$
 ④ $\left(1-\frac{h}{x}\right)\rho$ ⑤ $\left(1+\frac{x}{h}\right)\rho$ ⑥ $\left(1+\frac{h}{x}\right)\rho$

- 2 図1のように、真空中で面積 S の極板 A と極板 B を間隔 d で並べた平行板コンデンサーに起電力 V の電池をつないだ。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。ただし、真空中の誘電率を ϵ_0 とする。

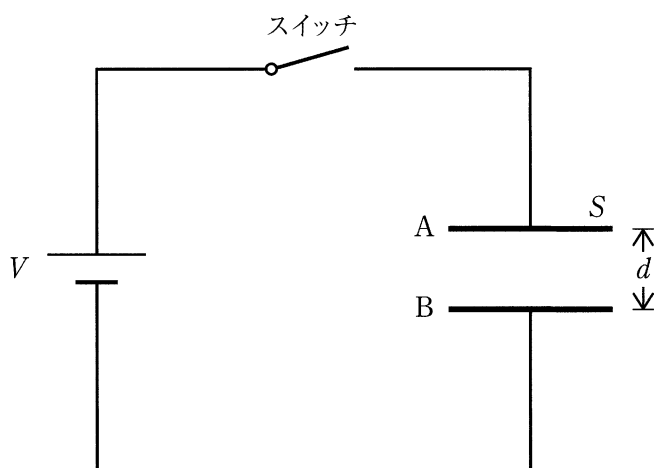


図 1

- 問 1. スイッチを閉じて十分に時間が経過したとき、コンデンサーに蓄えられた電気量および極板 A に蓄えられる電荷の符号を示す正しい組み合わせはどれか。

9

解答	電気量	電荷の符号
①	$\frac{\epsilon_0 S}{d}$	正
②	$\frac{\epsilon_0 S V}{d}$	正
③	$\frac{\epsilon_0 d V}{S}$	正
④	$\frac{\epsilon_0 S}{d}$	負
⑤	$\frac{\epsilon_0 S V}{d}$	負
⑥	$\frac{\epsilon_0 d V}{S}$	負

問2. 問1のとき、コンデンサーが蓄えている静電エネルギーはいくらか。

10

- ① $\frac{\epsilon_0 S V^2}{d}$ ② $\frac{2\epsilon_0 S V^2}{d}$ ③ $\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d}$
 ④ $\frac{\epsilon_0 d V^2}{S}$ ⑤ $\frac{2\epsilon_0 d V^2}{S}$ ⑥ $\frac{\epsilon_0 d V^2}{2S}$

問3. 図2のように、スイッチを閉じたまま、コンデンサーの極板と同じ面積、極板の間隔と同じ厚さで比誘電率の値が2の誘電体を外力を加えながら、ゆっくり半分だけ挿入した。この時のコンデンサーの電気容量は挿入する前の何倍か。

11 倍

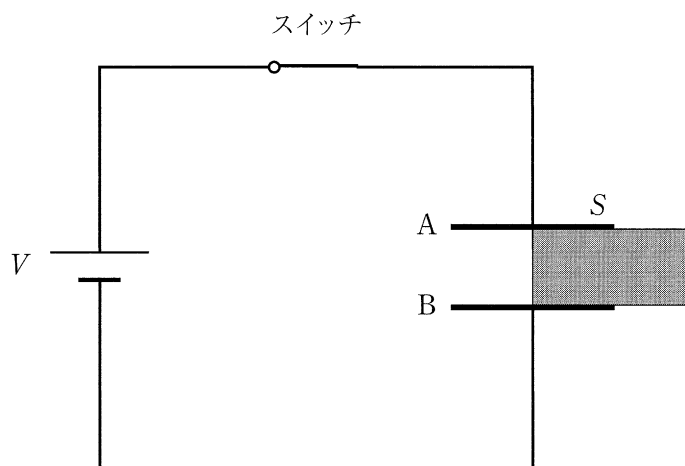


図2

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ 1 ⑤ $\frac{3}{2}$ ⑥ 2


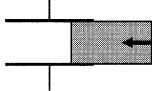
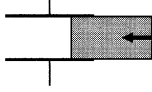
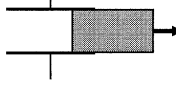


問 4. 誘電体をゆっくり半分だけ挿入する間に電池の中を移動した電気量はいくらか。

12

- ① $\frac{\epsilon_0 SV}{2d}$ ② $\frac{\epsilon_0 SV}{d}$ ③ $\frac{3\epsilon_0 SV}{2d}$
 ④ $\frac{\epsilon_0 dV}{2S}$ ⑤ $\frac{\epsilon_0 dV}{S}$ ⑥ $\frac{3\epsilon_0 dV}{2S}$

問 5. 誘電体をゆっくり半分だけ挿入する間に外力がした仕事の大きさと，外力の向きを示す正しい組み合わせはどれか。

13

解答	仕事の大きさ	外力の向き
①	$\frac{\epsilon_0 SV^2}{2d}$	
②	$\frac{\epsilon_0 SV^2}{4d}$	
③	$\frac{\epsilon_0 SV^2}{6d}$	
④	$\frac{\epsilon_0 SV^2}{2d}$	
⑤	$\frac{\epsilon_0 SV^2}{4d}$	
⑥	$\frac{\epsilon_0 SV^2}{6d}$	

問 6. 問 3 の操作をスイッチを開けて行った場合，誘電体を挿入した後のコンデンサーの極板間の電位差は挿入する前の何倍か。

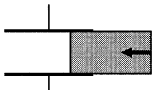
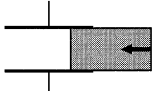
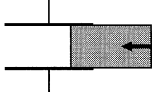
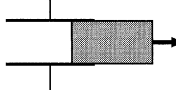
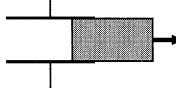
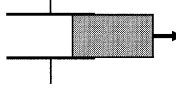
14

 倍

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ 1 ⑤ $\frac{3}{2}$ ⑥ 2

問7. 問6において、誘電体をゆっくり半分だけ挿入する間に外力がした仕事の大きさと外力の向きを示す正しい組み合わせはどれか。

15

解答	仕事の大きさ	外力の向き
①	$\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d}$	
②	$\frac{\epsilon_0 S V^2}{4d}$	
③	$\frac{\epsilon_0 S V^2}{6d}$	
④	$\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d}$	
⑤	$\frac{\epsilon_0 S V^2}{4d}$	
⑥	$\frac{\epsilon_0 S V^2}{6d}$	

問8. 図1の状態に回路をもどし、コンデンサーの極板と同じ面積で厚さ x の金属板を完全に挿入したところ、コンデンサーの電気容量は問3の電気容量と同じであった。 x の値はいくらか。

16

- ① $\frac{d}{6}$ ② $\frac{d}{4}$ ③ $\frac{d}{3}$ ④ $\frac{d}{2}$ ⑤ $\frac{2d}{3}$ ⑥ d

3 X線は紫外線よりも波長の短い電磁波である。X線の波長は固体の原子間距離と同程度なので、固体の結晶が回折格子のような役割をしてX線の回折・干渉現象がおこる。図1のように原子配列面の間隔が d の結晶がある。これに波長 λ のX線が結晶面Aに対して θ の角度で入射し、同じ角度 θ で反射するX線を観測する。同様の反射は結晶面BやCでも起こる。反射したX線の波長は入射したX線の波長と同じである。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

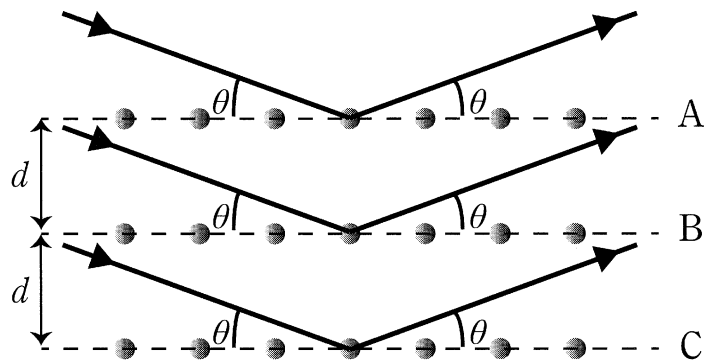


図1

問1. 結晶面Aと結晶面Bで反射したX線の経路差 D の値はいくらか。

17

- ① $\frac{1}{2}d \cos \theta$ ② $d \cos \theta$ ③ $2d \cos \theta$
 ④ $\frac{1}{2}d \sin \theta$ ⑤ $d \sin \theta$ ⑥ $2d \sin \theta$

問2. 結晶面Aと結晶面Bで反射したX線が強め合いの干渉をする条件を表す式はどれか。ただし、 $m = 1, 2, 3, \dots$ とする。

18

- ① $D = m\lambda$ ② $D = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ ③ $D = \frac{m}{2}\lambda$
 ④ $D = m\lambda \cos \theta$ ⑤ $D = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \cos \theta$ ⑥ $D = \frac{m}{2}\lambda \cos \theta$

問 3. X 線の波長が $\lambda + \Delta\lambda$ にわずかに変化すると、問 2 の条件を満たす角度は $\theta + \Delta\theta$ に変化する。 $m = 1$ の場合、 $\Delta\theta$ の値はいくらか。必要ならば以下の近似を使いなさい。 $|x| \ll 1$ のとき $\sin x \doteq x$, $\cos x \doteq 1$ 。

19

- ① $\frac{\Delta\lambda}{2d \cos\theta}$ ② $\frac{\Delta\lambda}{d \cos\theta}$ ③ $\frac{2\Delta\lambda}{d \cos\theta}$
 ④ $\frac{\Delta\lambda}{2d \sin\theta}$ ⑤ $\frac{\Delta\lambda}{d \sin\theta}$ ⑥ $\frac{2\Delta\lambda}{d \sin\theta}$

連続 X 線は、 $\lambda \geq \lambda_{\min}$ を満たす波長 λ の成分が連続的に分布する X 線である。ただし、 λ_{\min} は X 線発生装置の動作条件で決まる波長の最小値である。原子配列面の間隔 $d = 2.0 \times 10^{-10}$ m の結晶に $\lambda_{\min} = 5.0 \times 10^{-11}$ m の連続 X 線を $\theta = 40^\circ$ で入射した。

問 4. 反射波が強め合いの干渉をする X 線の波長の最大値はいくらか。必要ならば以下の値を使いなさい。 $\sin 40^\circ = 0.643$, $\cos 40^\circ = 0.766$ 。

20 [m]

- ① 2.6×10^{-11} ② 5.1×10^{-11} ③ 6.4×10^{-11}
 ④ 2.6×10^{-10} ⑤ 5.1×10^{-10} ⑥ 6.4×10^{-10}

問 5. 反射波が強め合いの干渉をする X 線の波長の最小値はいくらか。

21 [m]

- ① 2.6×10^{-11} ② 5.1×10^{-11} ③ 6.4×10^{-11}
 ④ 2.6×10^{-10} ⑤ 5.1×10^{-10} ⑥ 6.4×10^{-10}

4 なめらかに動くピストンを備えたシリンダーからなる熱機関を用意し、内部に理想気体を封入した。シリンダーは熱源に接しており、気体に熱を加えたり奪ったりできる。この熱機関を、状態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ を1サイクルとして運転した。それぞれの状態における圧力を P_A, P_B, P_C, P_D 、体積を V_A, V_B, V_C, V_D とする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

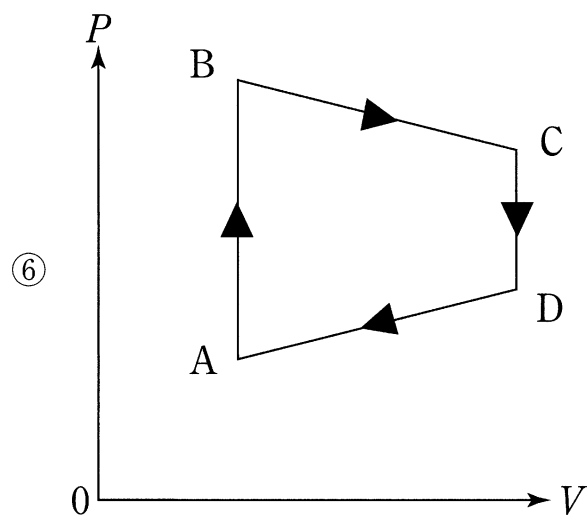
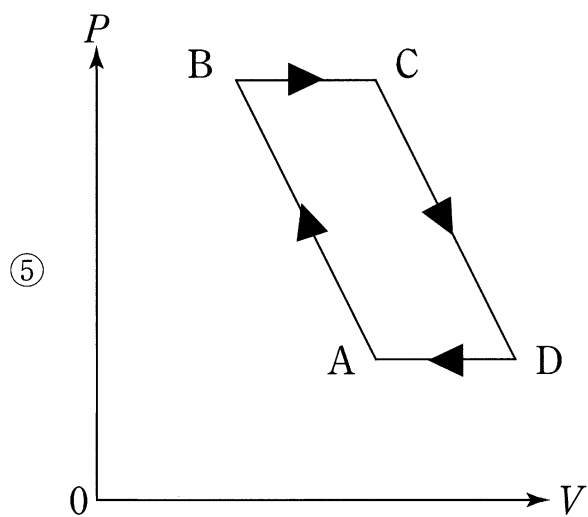
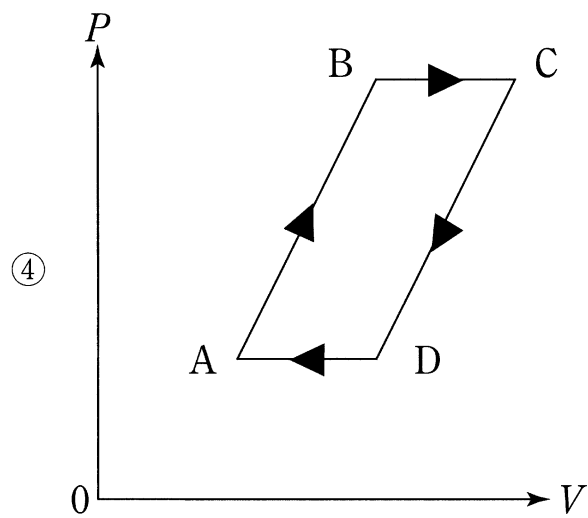
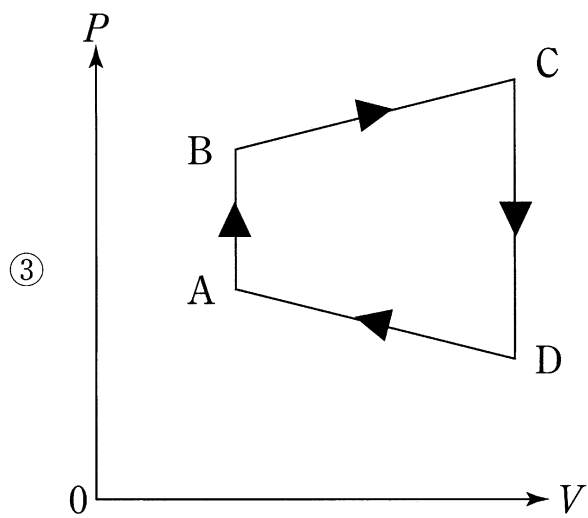
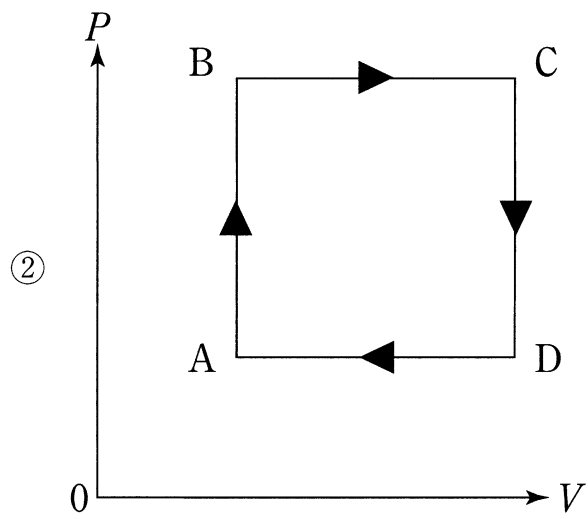
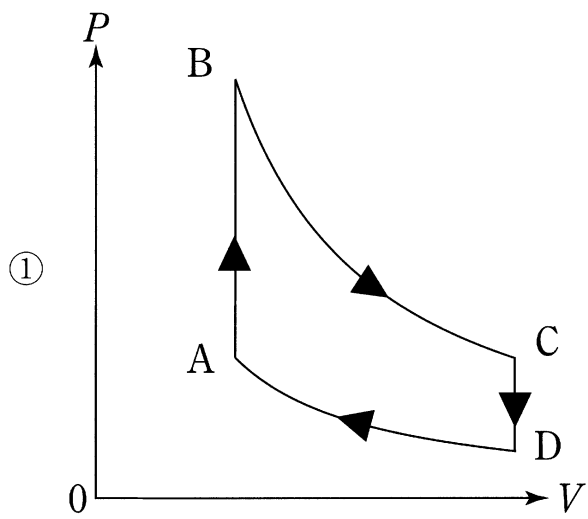
問1. 過程 $A \rightarrow B$ において、ピストンを固定した状態で気体を加熱したところ、温度が $T_L \rightarrow T_H$ へと変化した。 P_B の値はいくらか。 22

- ① $P_A \frac{T_H}{T_L}$ ② $P_A \frac{T_L}{T_H}$ ③ $P_A \frac{V_A}{T_H}$
 ④ $P_A \frac{V_A}{T_L}$ ⑤ $P_A \frac{T_H^2}{T_L^2}$ ⑥ $P_A \frac{T_L^2}{T_H^2}$

問2. 過程 $B \rightarrow C$ において、温度一定の状態では気体を膨張させた。 P_C の値はいくらか。 23

- ① $P_A \frac{T_H V_C}{T_L V_B}$ ② $P_A \frac{T_H V_B}{T_L V_C}$ ③ $P_A \frac{T_L V_C}{T_H V_B}$
 ④ $P_A \frac{T_L V_B}{T_H V_C}$ ⑤ $P_A \frac{T_H V_C^2}{T_L V_B^2}$ ⑥ $P_A \frac{T_H V_B^2}{T_L V_C^2}$

問3. その後、過程 $C \rightarrow D$ でピストンを固定したまま気体を冷却したところ、温度が $T_H \rightarrow T_L$ へと変化した。過程 $D \rightarrow A$ で温度一定の状態では気体を収縮させた。この熱機関が1サイクルする間の状態の変化を、体積 V を横軸に、圧力 P を縦軸として表したグラフで最も近いものはどれか。 24



問 4. 各過程で、気体に与えた熱量 Q と気体に対してした仕事 W の組み合わせのうち、正しいものはどれか。

25

解答	過程 A → B	過程 B → C	過程 C → D	過程 D → A
①	$Q > 0, W > 0$	$Q > 0, W = 0$	$Q < 0, W < 0$	$Q < 0, W = 0$
②	$Q > 0, W < 0$	$Q > 0, W = 0$	$Q < 0, W > 0$	$Q < 0, W = 0$
③	$Q < 0, W > 0$	$Q < 0, W = 0$	$Q > 0, W < 0$	$Q > 0, W = 0$
④	$Q > 0, W = 0$	$Q > 0, W < 0$	$Q < 0, W = 0$	$Q < 0, W > 0$
⑤	$Q < 0, W = 0$	$Q < 0, W > 0$	$Q > 0, W = 0$	$Q > 0, W < 0$
⑥	$Q > 0, W = 0$	$Q > 0, W > 0$	$Q < 0, W = 0$	$Q < 0, W < 0$

(物理問題終わり)